

Offre de thèse de doctorat / PhD thesis offer (english version below)

## Approche expérimentale de la conversion thermophotonique en champ proche

### Description du sujet de thèse

La récupération d'énergie thermique fatale et sa conversion en énergie électrique est un moyen de limiter les émissions de gaz à effet de serre. Différents moyens permettent cette conversion, en fonction de la température de la source chaude et des dimensions des installations envisagées. L'une d'elle est la conversion thermophotovoltaïque, où l'énergie thermique est récupérée par voie radiative (rayonnement thermique de la source) et la conversion se fait par voie photovoltaïque, avec des cellules dédiées dans l'infrarouge.

L'équipe Micro et NanoThermique (MiNT) du CETHIL a démontré théoriquement puis expérimentalement que les performances des dispositifs thermophotovoltaïques sont fortement améliorées lorsque la distance entre la source radiative et la cellule photovoltaïque est diminuée pour atteindre le régime dit "en champ proche". Un des points clés est d'accorder le spectre du rayonnement thermique émis par la source à celui qui peut être converti par la cellule.

Cette thèse, qui est de nature essentiellement expérimentale, consistera à modifier l'expérience actuelle, basée sur la microscopie AFM, pour en faire un convertisseur "thermophotonique", où le spectre du rayonnement émis est contrôlé électriquement comme une diode électroluminescente (LED) et n'est plus figé, contrairement au cas thermophotovoltaïque. Des expériences de rayonnement thermique en champ proche, de conversions thermophotovoltaïque et thermophotonique sont prévues.

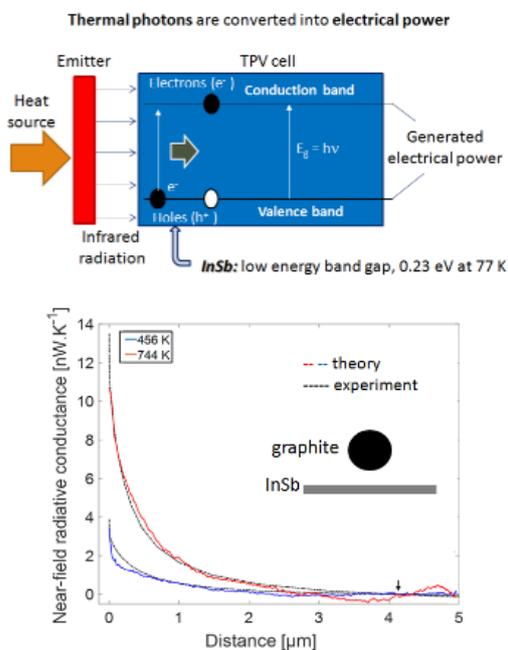


Figure: (a) Principle of a thermophotovoltaic energy-harvesting device (b) Large power increase when a hot body (here a graphite sphere) is brought close to a cold body (here an InSb plate).

#### References :

- *Harnessing near-field thermal photons with efficient photovoltaic conversion*, C. Lucchesi *et al.*, submitted to high-impact journal and already available online on ArXiv website
- *Indium antimonide photovoltaic cells for near-field thermophotovoltaics*, Dilek Cakiroglu, Jean-Philippe Perez, Axel Evrigen, Christophe Lucchesi, Pierre-Olivier Chapuis, Thierry Taliercio, Eric Tournié, Rodolphe Vaillon, *Solar Energy Materials and Solar Cells* 203, 110190 (2019)
- PhD student prize for C. Lucchesi at the French National Days on Solar Energy (JNES) in 2018. See News section in June 2018 on the [CETHIL website](http://www.cethyl.fr).

### Contexte de travail

La thèse sera réalisée dans l'équipe "Micro et NanoThermique" (MiNT) au Centre d'Energétique et de Thermique de Lyon (CETHIL), sur la campus La Doua-LyonTech à Villeurbanne. L'équipe MiNT, composée d'une quinzaine de personnes dont 5 chercheurs et enseignants-chercheurs, est notamment pionnière au niveaux européen et mondial pour la microscopie AFM thermique.

## **Informations complémentaires**

La thèse sera réalisée dans le cadre du projet européen TPX-Power (proposition de projet intitulée WASTE-NOT) dédié à la récupération d'énergie thermique par voie radiative (thermophotonique). Le consortium implique des chercheurs finlandais, néerlandais et français. Le projet, qui commencera en janvier 2021, a fait l'objet d'une brève du CNRS :

<http://www.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/europe-de-linnovation-8-projets-impliquant-le-cnrs-finances> .

**Lieu de travail** : Campus La Doua LyonTech

**Nom du responsable scientifique** : P-Olivier CHAPUIS ([olivier.chapuis@insa-lyon.fr](mailto:olivier.chapuis@insa-lyon.fr), [site web](#))

**Type de contrat** : CDD Doctorant/Contrat doctoral (36 mois)

**Date de début de la thèse** : 1er janvier 2021

*Merci de postuler avec un CV détaillé, une lettre de motivation, le dossier académique des 3 dernières années (notes) et d'indiquer les noms de deux références (encadrant de stage ou responsable de parcours).*

---

**PhD thesis offer** (french version above)

## **Experimental study of near-field thermophotonic conversion**

### **Description of PhD thesis topic**

The recovery of waste heat and its conversion into electrical energy is a means of limiting greenhouse gas emissions. Different possibilities allow this conversion, depending on the temperature of the hot source and the dimensions of the planned installations. One of them is thermophotovoltaic conversion, where thermal energy is harvested by harnessing thermal radiation from the hot source and the conversion is done by photovoltaics, with dedicated cells in the infrared.

The Micro and Nanoscale Heat Transfer (MiNT) group at CETHIL has shown theoretically and then experimentally demonstrated that the performance of thermophotovoltaic devices is greatly improved when the distance between the radiative source and the photovoltaic cell is reduced to reach the so-called "near field" regime. One of the key points is to match the spectrum of thermal radiation emitted by the source to that which can be converted by the cell.

This thesis, which is essentially experimental in nature, will consist in modifying the current experiment, based on AFM microscopy, to make it a "thermophotonic" converter, where the spectrum of the radiation emitted is controlled electrically like a light-emitting diode (LED) and is no longer fixed, unlike the thermophotovoltaic case. Near-field thermal radiation experiments, thermophotovoltaic and thermophotonic conversions are planned.

### **Work context**

The PhD thesis will be carried out in the " Micro and Nanoscale Heat Transfer" (MiNT) team at the Centre for Energy and Thermal Science of Lyon (CETHIL), on the La Doua-LyonTech campus in Villeurbanne. The MiNT team, made up of around fifteen people including 5 permanent researchers and faculties, is a pioneer for thermal AFM microscopy at European and global levels.

### **Further information**

The PhD thesis will be carried out within the framework of the European project TPX-Power (project proposal called WASTE-NOT) dedicated to the recovery of thermal energy by radiative



means (thermophotonics). The consortium involves Finnish, Dutch and French researchers. The project, which will start in January 2021, was the subject of a CNRS news: <http://www.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/europe-de-linnovation-8-projets-impliquant-le-cnrs-finances> .

Location: Campus La Doua LyonTech

Supervisor: P-Olivier CHAPUIS ([olivier.chapuis@insa-lyon.fr](mailto:olivier.chapuis@insa-lyon.fr), [website](#))

Type of contract: Fixed-term (CDD) PhD student contract (3 years)

Starting date of the PhD thesis: January 1, 2021

*Applications should include a detailed resume, a letter of motivation, the academic file (grades) of the 3 last years, and please provide also the names of two references (head of studies, previous advisor, ...).*